

ÖSTERREICHISCHE
BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

Herausgegeben und redigiert von Dr. Richard R. v. Wettstein,
Professor an der k. k. Universität in Wien.

Verlag von Karl Gerolds Sohn in Wien.

LVI Jahrgang, N^o. 4.

Wien, April 1906.

Kleinere Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k.
Universität in Wien. Nr. XLVI.

Über den Einfluß des Sonnen- und des diffusen Tages-
lichtes auf die Entwicklung von *Beta vulgaris*
(Zuckerrübe).

Von Siegfried Strakosch.

(Mit 2 Textfiguren.)

Wiesner hat an zahlreichen Stellen seiner Schriften¹⁾ die Wichtigkeit des diffusen Lichtes für die Vegetationsprozesse im allgemeinen betont. Es gelang ihm auch, an einer Reihe von Beispielen zu zeigen, daß selbst Sonnenpflanzen sich bei ausreichendem diffusen Lichte ziehen lassen²⁾ und, in allerdings verringertem Maße, Samen von unverminderter Keimfähigkeit hervorbringen.

Dadurch angeregt, faßte ich den Plan, den Einfluß des Sonnenlichtes und des diffusen Tageslichtes auf die Zuckerrübe zu studieren. Als Zuckerfabrikant und Landwirt brachte ich dieser praktisch so wichtigen Pflanze um so mehr Interesse entgegen, als sie

¹⁾ Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen, II. Teil. Denkschriften d. Akad. d. Wissensch. Bd. XLIII (1889).

Derselbe, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Bd. CII, 1893; Bd. CIV, 1895; Bd. CLX, 1900. — Biologie der Pflanzen, Wien 1902. — Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg, I, Beobachtungen über die Lichtlage tropischer Gewächse. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Bd. CIII, 1899. — Über die Formen der Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke, Biologisches Zentralblatt, Bd. XIX, 1899.

²⁾ Wiesner, Über den Einfluß des Sonnen- und des diffusen Tageslichtes auf die Laubentwicklung immergrüner Holzgewächse. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaften. Bd. CXIII, 1904. Ferner: Influence de la lumière solaire diffuse sur le développement des plantes. Compt. rend. CXXVI, p. 1287.

bisher wohl eingehendst in anatomischer Richtung, aber viel weniger in physiologischer erforscht wurde.¹⁾

Die rein wissenschaftlichen Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen teile ich in aller Kürze in dieser kleinen Abhandlung mit. Eine ausführliche, mehr im Interesse der Zuckerfabrikanten und Landwirte geschriebene Abhandlung wird in der Österr.-Ungar. Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft erscheinen.

Die Versuchsreihen wurden in den Jahren 1904 und 1905 auf einem freigelegenen Felde der Zuckerfabriks-Ökonomie Hohenau durchgeführt und dabei das direkte Sonnenlicht von den Versuchspartellen durch Wände abgehalten, die einmal aus Holz, in zwei anderen Fällen aus aufgespannter Gaze verschiedener Dichte hergestellt waren. Die auf den verschiedenen Partellen dadurch erhaltenen Lichtintensitäten verhielten sich zum gesamten diffusen Tageslichte (= 1) wie 1 : 1 : 0·746 : 0·578. Die Lichtbestimmungen erfolgten nach der Methode, die Wiesner in seinen Untersuchungen über das photochemische Klima²⁾ niedergelegt hat.

Aus den Ergebnissen der angestellten Versuche ging unzweifelhaft hervor, daß auch die Zuckerrübe, trotzdem sie als Abkömmling einer Seestrandform und demnach als Sonnenpflanze zu betrachten ist³⁾, in ausschließlich diffusem, aber genügend starkem Lichte zur normalen Entwicklung gelangen kann. Bei einer Intensität, die etwa ein Drittel des gesamten diffusen Tageslichtes betrug, gediehen die Versuchspflanzen noch gut, und nur jene Pflanzen, denen wenig mehr als die Hälfte des gesamten diffusen Tageslichtes zur Verfügung stand, konnten sich nicht weiter entwickeln. Der Unterschied in der Organisation von Blättern und Wurzeln der Schattenpflanzen war nur ein gradueller und machte sich stärker bei geringerer Intensität des diffusen Lichtes geltend.

Die Schattenblätter blieben, wie die Vergleichung der Blattstiel-Querschnitte zeigte, in der Dicke wesentlich hinter den normalen zurück, die Spreitengrößen desgleichen. Die Blattstiele der beschatteten Rübenblätter waren durchwegs länger, ohne daß ein Etiolament in der Färbung der Blätter zum Ausdruck gekommen wäre.

¹⁾ Bezüglich der anatomischen Durchforschung sei hier vor allem an die grundlegenden Arbeiten Wiesners, und zwar: Untersuchungen über das Auftreten von Pektinkörpern in den Geweben der Runkelrübe, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. L, 1864, an die Untersuchungen von de Vries, Schindler, Kraßer, Briem, A. Frank, J. Schneider u. a. erinnert.

²⁾ Wiesner, Untersuchungen über das photochemische Klima von Wien, Kairo und Buitenzorg (Java) unter Mitwirkung von W. Figdor, F. Krasser und L. Linsbauer. Denkschriften d. k. Akad. d. Wissensch., mathem.-naturw. Klasse, Bd. XLIV, 1896.

³⁾ F. Schindler, Über die Stammpflanzen der Runkel- und Zuckerrüben. Bot. Zentralblatt, Bd. XLVI, 1891. Auch angeführt in Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. 1893, III. Teil, I. Abteil. 2, p. 58.

v. Preskowetz jun., Über die Kulturversuche mit Beta im Jahre 1900. Österr.-ungar. Zeitschrift für Zuckerindustrie, 1901.

1905

(Lichtgenuß = dem gesamten diffusen Tageslichte.)

	Normale Rübe		Schattenrübe
	Durchschnitt einer größeren Anzahl von Pflanzen		
Dimensionen der Blätter am 19. September	Petiolus, Länge . . .	23 <i>dm</i>	25 <i>dm</i>
	Lamina, Länge . . .	20 "	18 "
	" Breite . . .	14 $\frac{1}{2}$ "	14 "

Querschnitt der Mittelrippe am Übergange der Lamina in den Petiolus:



Die Substanzverminderung akzentuierte sich stärker an der Wurzel als an den panphotometrischen Blättern.

(Lichtgenuß = dem gesamten diffusen Tageslichte.)

	Sonnenrüben	Schattenrüben
Gewicht mit Blättern	523 <i>g</i>	280 <i>g</i>
Rübenkörper allein	323 "	120 "
Blätter	200 "	160 "

Die Substanz der Wurzel wurde demnach um 65%, die der Blätter nur um 20% vermindert. Der Abgang an Blättersubstanz drückte sich einmal im geringeren Gewichte des einzelnen Blattes und dann in der geringeren Blätterzahl aus. Wochenlang fortgesetzte genaue Zählungen an speziell bezeichneten Rüben und Blättern ergaben, daß bei den Schattenrüben im gleichen Zeitraume gerade so viel Blätter zum Absterben kamen, als bei den besonnten Rüben, daß die letzteren jedoch um 50% mehr neue Blätter gebildet hatten.

(Lichtgenuß der Schattenrüben = dem gesamten diffusen Tageslichte.)

	Normale Rüben		Schattenrüben
	Durchschnitt von je 4 Pflanzen		
Blätterzahl	den 16. August	34	24
	den 5. September	33	24
	den 3. Oktober	35	24
Abgestorbene Blätter in der Zeit vom 16. August bis 3. Oktober	14	14	
Blätterzuwachs im gleichen Zeitraume	21	14	

Das Messen der Transpiration mittelst der Stahlischen Kobalt-Chlorür-Methode ergab, daß die Sonnenblätter im diffusen Lichte mehr Wasser abgaben, als die Schattenblätter. Merkwürdig war das Verhalten der letzteren in der Sonne. Schon mit steigender Intensität des diffusen Tageslichtes, bei verminderter Dichte des Wolkenschleiers vor der Sonne, war die Transpirations-

größe der Schattenblätter jener der Sonnenblätter näher gekommen und nun transpirierten die Schattenblätter im Sonnenlichte sogar stärker als die normalen. Obwohl eine stärkere Verdickung der Kutikula bei letzteren nicht bestimmt nachgewiesen werden konnte, wird man dieses Verhalten der immerhin minder ausgebildeten Schattenblätter vielleicht auf eine Vergrößerung der epidermoidalen Transpiration zurückführen können. Der Wassergehalt war bei den Schattenblättern stets etwas größer. Am 28. September 1905 z. B. 87·49% gegen 87·38% bei den normalen Blättern, oder 87·86% gegen 87·22% am 1. August desselben Jahres.

Die Spaltöffnung der untersuchten Schattenblätter war kleiner als diejenige normal gezogener Pflanzen, außerdem hatten die Schattenblätter merkwürdigerweise auf der Oberseite weniger Stomata als die Sonnenblätter, während umgekehrt die Unterseite der Schattenblätter wesentlich mehr Spaltöffnungen enthielt als die Unterseite der Sonnenblätter.

Schattenblätter					Sonnenblätter				
Anzahl d. Stomata		Längendurchmesser der Stomata			Anzahl der Stomata		Längendurchmesser der Stomata		
Minimum	Maximum	Kleinster Wert	Größter Wert	Häufigster Wert	Minimum	Maximum	Kleinster Wert	Größter Wert	Häufigster Wert
{ Spitze . 82	99	6·5 μ	7·5 μ	7 μ	93	99	7·5 μ	9 μ	8·5 μ
{ Basis . 60	71	—	—	—	93	100	—	—	—
{ Spitze . 138	160	6·5 μ	9·5 μ	7 μ	111	121	7 μ	9·5 μ	8·5 μ
{ Basis . 99	132								

Die makrochemische Sachs'sche Jodprobe ergab trotz vorhergegangener stundenlanger Belichtung gar kein Resultat, was bei dem geringen Stärkegehalte des ausgewachsenen Rübenblattes nicht erstaunlich ist. Mikrochemisch konnten Stärkekörner im Parenchymgewebe, welches die Gefäßbündel des Petiolus umgibt, und in den Scheiden der Blattrippen nachgewiesen werden. Ein sichtlicher Unterschied zwischen Sonnen- und Schattenblättern ließ sich nicht erkennen.

Die mikrochemischen Zuckeruntersuchungen mittelst der Methoden von Grafe¹⁾ und Senft²⁾ wiesen in allen Fällen bei den Schattenblättern einen größeren Zuckergehalt, besonders an

¹⁾ Grafe, Studien über den mikrochemischen Nachweis verschiedener Zuckerarten in den Pflanzengeweben mittelst der Phenylhydrazinmethode. Sitzungsab. d. k. Akademie d. Wissensch. in Wien. Bd. CXIV, Abt. I, 1905.

²⁾ Senft, Über den mikrochemischen Zuckernachweis durch essigsäures Phenylhydrazin. Dies. Sitzungsab. Bd. CXIII, Abt. I, 1904.

Monosacchariden nach. Dieses Resultat konnte nicht überraschen, da auch Wiesner¹⁾ in den Blättern der Schattenpflanzen größere Mengen von Assimilaten fand als in den normalen Blättern. Seine Annahme, daß bei den besonnt gewesenen Pflanzen die Ableitung der Assimilate und deren Verwertung bei dem Aufbau der Organe rascher vor sich gehen dürfte, wird durch nachstehende Beobachtung bestätigt. Nach 21stündiger Verdunkelung war der Unterschied im Zuckergehalte von Medianus und Petiolus der Schattenblätter gegen den Zuckergehalt der Sonnenblätter noch viel größer als bei den Blättern, die am Nachmittag geschnitten wurden. Auch hier war das wieder in bezug auf die Monosaccharide besonders auffällig. Es scheint demnach, daß auch das Verhältnis von Mono- und Disacchariden durch die Lichtverhältnisse beeinflußt wird.

Meine Untersuchungen, deren Resultate ich ausdrücklich nur für die beobachtete Zeitperiode (September—Mitte Oktober) in Anspruch nehmen möchte, haben, zusammengefaßt bei Blättern, die um 4 Uhr nachmittags gepflückt waren, folgende Verteilung ergeben: Dextrose allein im Blattrande, Dextrose und etwas Rohrzucker im Mesophyll der Lamina, Dextrose, Lävulose und Rohrzucker im Medianus und Rohrzucker, Maltose, Dextrose, Lävulose im Petiolus.

Quantitativ steigt der Gehalt an Rohrzucker vom Blattrande angefangen gegen die Blattmitte zu und von dort nach abwärts, um im Blattstiele vorzuherrschen. Unter den vorhandenen Monosacchariden überwiegt stets die Dextrose, doch ist letzterer Befund angesichts der etwas geringeren Empfindlichkeit des Methylphenylhydrazinchlorhydrates gegenüber dem Phenylhydrazinchlorhydrat mit Vorbehalt zu akzeptieren. Die Auswanderung des Zuckers vom Blattrande angefangen gegen die Mitte und von dort nach dem Petiolus zu ist mit einer steten Verringerung der Monosaccharide und einer Vermehrung des Rohrzuckers verbunden. Nach 21stündigem Verdunkeln sind die Monosaccharide im Petiolus nahezu verschwunden, während der Rohrzuckergehalt nicht bloß keine Verminderung, sondern eher eine Zunahme zeigt. Die verlangsamte Ableitung bei den Schattenblättern drückt sich vor allem in einem langsameren Verschwinden der Monosaccharide aus.

Gegenwärtig mit eingehenden Studien über die Zuckerarten und deren Wanderung in der Zuckerrübe beschäftigt, möchte ich hier nur bemerken, daß obige Befunde, einer Anzahl solcher anderer Forscher gegenübergestellt, auf die hier vorläufig nicht näher eingegangen werden soll, mir Anhaltspunkte dafür zu bieten scheinen, daß der Rohrzucker im Rübenblatte nicht als intermediäres Produkt, sondern als der fertige Reservestoff anzusehen ist und als solcher in den Rübenkörper wandert.

¹⁾ Wiesner, Über den Einfluß des Sonnen- und des diffusen Tageslichtes auf die Laubentwicklung etc. Siehe Anmerkung auf p. 1.

Die nachstehenden Rübenanalysen lehren, daß der Mangel direkter Besonnung die Substanzmenge des Rübenkörpers stark vermindert und die Nichtzuckerstoffe im Rübensafte namhaft steigert.

	1904		1905	
	Sonnenrübe	Schattenrübe Intensität = $\frac{3}{4}$ d. gesamt. diffusen Tageslichtes	Sonnenrübe	Schattenrübe Intensität = dem gesamt. diffusen Tageslichte
Saccharometer	17·70 %	16·55 %	20·05 %	19·08 %
Polarisation	14·45 %	12·84 %	17·60 %	16·09 %
Digestion	12·60 %	11·70 %	15·80 %	14·00 %
Nicht Zucker im				
Saft	3·25 %	3·71 %	2·45 %	2·99 %
Quotient	81·60 %	77·60 %	87·70 %	84·30 %
Durchschnittsgew. d. Rübenwurzel . . .	190 g	58 g	328 g	105 g

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Die Zuckerrübe kann in ausschließlich diffusem Tageslichte, genügende Stärke desselben vorausgesetzt, zur normalen Entwicklung gebracht werden.

2. Nichtsdestoweniger wird durch das direkte Sonnenlicht eine Förderung bewirkt, welche sich vor allem in einer Substanzvermehrung äußert, und zwar viel stärker bei der Wurzel als bei den Blättern.

3. Das Fehlen der direkten Besonnung hat eine namhafte Steigerung der Nichtzuckerstoffe im Rübensafte zur Folge, sowie eine Verringerung des prozentuellen Zuckergehaltes. Letzterer wird jedoch nicht im selben Maße beeinflusst wie die Substanzmenge des Rübenkörpers.

4. Die interzellulare Transpiration ist unter gleichen Verhältnissen bei den normalen Rübenblättern stärker als bei solchen, die in ausschließlich diffusem Lichte gezogen wurden, doch scheinen die letzteren eine stärkere epidermoidale Transpiration zu besitzen.

5. Die untersuchten Sonnenblätter zeigten gegenüber den Schattenblättern größere Stomata sowie eine andere Verteilung derselben, und zwar eine namhaftere Anzahl Stomata auf der Oberseite, eine geringere Anzahl auf der Unterseite der Blätter.

6. Die Ableitung der Assimilate geht bei den Schattenblättern langsamer vor sich.

7. Mit der Zunahme der Lichtintensität verringern sich die Monosaccharide im Verhältnis zu den Dissacchariden in den Blättern.

8. Unter den Monosacchariden des Rübenblattes herrscht anscheinend die Dextrose vor.

9. Es ergaben sich Anhaltspunkte dafür, daß der Bohrzucker im Rübenblatte nicht als intermediäres Produkt, sondern als fertiger Reservestoff anzusehen ist und als solcher in den Rübenkörper wandert.

Ich möchte mir an dieser Stelle erlauben, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Hofrat Wiesner, nach dessen gütigem Rat die Versuchsanordnung erfolgte, meinen wärmsten Dank für das fördernde Interesse auszusprechen, welches er meiner Arbeit stets entgegenbrachte.

Mein Dank gebührt auch Herrn Privatdozenten Dr. Linsbauer, erstem Assistenten des pflanzenphysiologischen Institutes, dessen Erfahrung mich unterstützte, sowie Herrn Dr. Grafe vom selben Institute, der mir die Benützung seiner Zuckerreaktion noch vor deren Publizierung gestattete.

Beiträge zur „histologischen Blütenbiologie“.

Von Dr. Otto Porsch (Wien).

(Aus dem botanischen Institute der k. k. Universität in Wien.)

II.

Weitere Untersuchungen über Futterhaare.

(Mit Tafel III.)

(Fortsetzung.)¹⁾

Allgemeines über die Verbreitung der Futterhaare.

Wie bereits eingangs erwähnt wurde, soll in den folgenden Zeilen gezeigt werden, daß die als Futterhaare bezeichneten Anlockungsmittel im Bereiche der Familie der Orchideen, ja selbst auch außerhalb derselben viel verbreiteter sind als allgemein angenommen wird, wenn auch, meines Wissens bloß zwei Fälle²⁾ ausgenommen, diese Bildung noch keiner eingehenderen anatomischen Untersuchung unterzogen wurde. Ich beschränke mich im folgenden bloß auf jene Fälle, wo es sich zweifellos um die Ausbildung von Futterhaaren handelt, und werde in meinem nächsten Beitrage zeigen, daß auch die Ausbildung nahrungspendender Gewebe, also eigentlicher „Futtergewebe“, bei Orchideen sehr verbreitet ist und letztere sogar Anpassungen an den Nahrungsbezug seitens der Insekten zeigen. Da es sich mir in der folgenden Zusammenstellung bloß darum handelt, an der Hand leichter zugänglicher Literaturstellen die weitere Verbreitung von Futterhaaren

¹⁾ Vgl. Nr. 3, S. 88.

²⁾ Bezüglich der von Correns beschriebenen „Kesselhaare“ von *Aristolecthia* vgl. das über die *Aristolecthiaceen* weiter unten Gesagte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische
Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische
Botanische Zeitschrift = Plant Systematics](#)

and Evolution

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: 056

Autor(en)/Author(s): Strakosch Siegfried

Artikel/Article: Kleinere Arbeiten des
pflanzenphysiologischen Institutes der k. k.
Universität Wien. Nr. XLVI. Über den
Einfluß des Sonnen- und des diffusen

Tageslichtes auf die Entwicklung von Beta
vulgaris (Zuckerrübe). 129-135